

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2003 年 5 月 1 日 (01.05.2003)

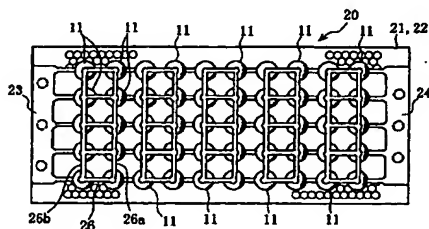
PCT

(10) 国際公開番号
WO 03/036731 A1

- (51) 国際特許分類: H01L 31/042, 33/00 (81) 指定国 (国内): AU, CA, CN, JP, KR, US.
- (21) 国際出願番号: PCT/JP01/09234 (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).
- (22) 国際出願日: 2001 年 10 月 19 日 (19.10.2001)
- (25) 国際出願の言語: 日本語 規則 4.17 に規定する申立て:
— US のみ のための発明者である旨の申立て (規則 4.17(iv))
- (26) 国際公開の言語: 日本語 添付公開書類:
— 国際調査報告書
- (71) 出願人 および
(72) 発明者: 中田 仗祐 (NAKATA, Josuke) [JP/JP]; 〒610-1102 京都府京都市西京区御陵大枝山町四丁目 29 番地 3 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 岡村 俊雄 (OKAMURA, Toshio); 〒530-0047 大阪府大阪市北区西天満 4 丁目 5 番 5 号 岡村特許事務所 Osaka (JP).
- 2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: LIGHT EMITTING OR LIGHT RECEIVING SEMICONDUCTOR MODULE AND METHOD FOR MANUFACTURING THE SAME

(54) 発明の名称: 発光又は受光用半導体モジュールおよびその製造方法



(57) Abstract: A solar module (20) comprising first and second sheet bodies (21, 22), a plurality of rows (a plurality of groups) of spherical solar cells (11) built in between the sheet bodies (21, 22) such that the conducting direction is orthogonal to the plane of the sheet bodies, a mechanism for connecting the spherical solar cells (11) in each group in parallel, a mechanism for connecting the spherical solar cells (11) in each group and the spherical solar cells (11) in an adjacent group in series, and a positive pole terminal (23) and a negative pole terminal (24). Positive poles are formed below and negative poles above in solar cells (11) in odd rows from the left end, and positive poles are formed above and negative poles below in spherical solar cells (11) in even rows.

[続葉有]

WO 03/036731 A1



(57) 要約:

ソーラモジュール 20 は、第 1、第 2 シート体 21、22 と、これらシート体 21、22 の間に導電方向をシート体の面と直交する状態に組み込まれた複数列（複数群）の球状ソーラセル 11 と、各群の球状ソーラセル 11 を並列接続する機構と、各群の球状ソーラセル 11 とそれに隣接する群の球状ソーラセル 11 とを直列接続する機構と、正極端子 23 および負極端子 24 とを有する。左端側から順に奇数番目の列の球状ソーラセル 11 においては正極が下負極が上に形成され、偶数番目の列の球状ソーラセル 11 においては正極が上負極が下に形成されている。

明 細 書

発光又は受光用半導体モジュールおよびその製造方法

05 技術分野

- 本発明は、発光又は受光用半導体モジュールおよびその製造方法に関し、特に p n 接合と 1 対の電極を有する複数の粒状の半導体セルを 1 対のシート体の間に組み込んで、それら複数の半導体セルを直並列接続する構造とその製造方法に関するものである。この半導体モジュールは、太陽電池パネル、照明用パネル、ディスプレイ、半導体光触媒などの種々の用途に適用可能なものである。

背景技術

- 従来、p 形又は n 形の半導体からなる小径の球状の半導体素子の表面部に拡散層を介して p n 接合を形成し、それら多数の半導体素子を共通電極に並列接続して太陽電池に活用する技術が研究されている。
- 米国特許第 3, 998, 659 号公報には、n 形の球状半導体の表面に p 形拡散層を形成し、多数の球状半導体の拡散層を共通の膜状の電極（正極）に接続すると共に多数の球状半導体の n 形コア部を共通の膜状の電極（負極）に接続して太陽電池を構成する例が記載されている。
- 20 米国特許 4, 021, 323 号公報には、p 形の球状半導体素子と、n 形の球状半導体素子を直列状に配置して、それら半導体素子を共通の膜状の電極に接続すると共に、それら半導体素子の拡散層を共通の電界液に接触させて、太陽光を照射して電界液の電気分解を起こさせる太陽エネルギーコンバータ（半導体モジュール）が開示されている。
- 25 米国特許第 4, 583, 588 号公報や米国特許第 5, 469, 020 号公報に示す球状セルを用いたモジュールにおいても、各球状セルはシート状の共通の電極に接続することにより取付けられているため、複数の球状セルを並列接続するのに適するが、複数の球状セルを直列接続するのには適していない。

一方、本願の発明者は、WO 98/15983やWO 99/10935号国際公開公報に示すように、p形又はn形の半導体からなる球状の半導体素子に拡散層、pn接合、1対の電極を形成した粒状の発光又は受光用の半導体セルを提案した。そして、WO 98/15983号公報においては、多数の球状の半導体セルを直列接続したり、その複数の直列接続体を並列接続して、太陽電池、水の電気分解等に供する光触媒装置、種々の発光デバイス、カラーディスプレイなどに適用可能な半導体モジュールを提案した。

この半導体モジュールにおいて、何れかの直列接続体の何れかの半導体セルが故障によりオープン状態になると、その半導体素子を含む直列回路には電流が流れなくなり、その直列接続体における残りの正常な半導体セルも機能停止状態となり、半導体モジュールの出力が低下する。

そこで、本願の発明者は、複数の半導体セルをマトリックス状に配置し、各列の半導体セルを直列接続すると共に各行の半導体セルを並列する直並列接続構造を着想し、複数の国際特許出願を提出している。

しかし、WO 98/15983号公報の半導体モジュールでは、半導体セルの電極同士を接続することにより複数の半導体セルを直列接続し、この直列接続体を複数列平面的に並べた構造を採用していたので、また、半導体セルの1対の電極は非常に小さなものであるので、前記直並列接続構造を採用する場合に、製造技術が複雑になり、大型の半導体モジュールを製造するのが難しく、半導体モジュールの製造コストが高価になる。

即ち、半導体モジュールを製作する場合、第1行目の複数の半導体セルを並列接続し、この上に次段の行の複数の半導体セルを並列接続と直列接続する状態に組み込んで接続し、順次これを繰り返して前記直並列接続構造を組立てなければならない。また、直列接続したセル間の間隔がないので、周囲の反射、散乱した光の取り込みが必ずしも良いとは言えないという問題がある。

本発明の目的は、粒状の複数の半導体セルを直並列接続構造で接続した発光又は受光用半導体モジュールを提供することである。本発明の別の目的は、セル間の反射散乱光を利用しやすくするセル配置を備えた発光又は受光用半導体モジュール

ールを提供することである。本発明の別の目的は、簡単な製造技術で製作可能な直並列接続構造を備えた発光又は受光用半導体モジュールを提供することである。本発明の他の目的は、製造コストを低減可能な発光又は受光用半導体モジュールの製造方法を提供することである。

05

発明の開示

本発明に係る発光又は受光用半導体モジュールは、光透過性の絶縁材料製の第1シート体とこの第1シート体に平行に対向させた絶縁材料製の第2シート体とを含む1対のシート体と、これらシート体の間に複数行複数列に配設された複数の10 粒状の半導体セルとを備えている。

前記の各半導体セルは、p形又はn形の半導体粒と、半導体粒の表層部に形成されたp-n接合と、半導体粒の両端に相対向状に形成されp-n接合の両端に接続された1対の電極を備えると共に発光又は受光機能を有し、各半導体セルは、1対の電極を結ぶ導電方向が1対のシート体と直交する状態に配設されている。

15 そして、複数の粒状の半導体セルは、導電方向を揃えて配設されたグループをなす複数の半導体セルを単位として複数群にグループ化されている。前記1対のシート体の相対向する内面に、各群の複数の半導体セルを並列接続する並列接続機構と、各群の半導体セルとそれに隣接する群の半導体セルを直列接続する直列接続機構が設けられている。

20 ここで、次のような構成を適宜採用することも可能である。

(1) 前記各半導体セルが光電変換を伴う受光機能を有する。

(2) 前記各半導体セルが電光変換を伴う発光機能を有する。

(3) 前記粒状の半導体セルが球状の半導体セルである。

(4) 前記粒状の半導体セルが円柱状の半導体セルである。

25 (5) 前記第2シート体が光透過性のシート体からなる。

(6) 前記第1シート体がガラス製のシート体からなり、このガラス製のシート体の外表面に微細な多数のピラミッドカット又は凹凸が形成されている。

(7) 前記1対のシート体は合成樹脂製のフレキシブルなシート体からなる。

(8) 前記 1 対のシート体の間の複数の半導体セルの間の空間に絶縁性の透明合成樹脂が充填されている。

(9) 前記並列接続機構は第 1, 第 2 シート体の内面に夫々形成された第 1 導電膜を有し、前記直列接続機構は第 1, 第 2 シート体の内面に夫々形成された第 2 導電膜を有する。

(10) (9) のものにおいて、前記第 1 シート体の内面の第 1, 第 2 導電膜は透明な金属酸化物製導電膜からなる。

(11) (10) のものにおいて、前記第 2 シート体の内面の第 1, 第 2 導電膜は透明な金属酸化物製導電膜からなる。

10 (12) (10) のものにおいて、前記第 2 シート体の内面の第 1, 第 2 導電膜は、光反射膜として機能する金属製導電膜からなる。

(13) (9) のものにおいて、前記第 1 シート体の内面の第 1, 第 2 導電膜はプリント配線からなる。

(14) (13) のものにおいて、前記第 2 シート体の内面の第 1, 第 2 導電膜はプリント配線からなる。

(15) (13) のものにおいて、前記第 2 シート体の内面の第 1, 第 2 導電膜は、光反射膜として機能する金属製導電膜からなる。

(16) 前記第 2 シート体が光透過性のシート体で構成され、前記 1 対のシート体の表面側と裏面側から入射する外来光を受光可能に構成した。

20 (17) (16) のものにおいて、前記半導体セル同士間に所定の間隔が設けられ、前記 1 対のシート体の表面側から裏面側又は裏面側から表面側を部分的に透視可能に構成した。

(18) (2) のものにおいて、前記第 2 シート体が光透過性のシート体で構成され、前記 1 対のシート体の表面側と裏面側へ光を放射可能に構成した。

25 本発明に係る発光又は受光用半導体モジュールの製造方法は、
光透過性の絶縁材料製の第 1 シート体とこの第 1 シート体に平行に対向可能な絶縁材料製の第 2 シート体と、発光又は受光機能を有し 1 対の電極を備えた複数の半導体セルを予め準備する第 1 工程と、

- 前記第 1, 第 2 シート体の内面に複数の導電膜を夫々形成する第 2 工程と、
前記第 1 シート体の各導電膜の一部分に複数の半導体セルの一方の電極を接着すると共に、第 2 シート体の各導電膜の一部分に複数の半導体セルの前記一方の電極と同じ一方の電極を接着する第 3 工程と、
- 05 前記第 1, 第 2 シート体を接近対向させ、第 1 シート体の各導電膜に接着された複数の半導体セルの他方の電極を第 2 シート体の対応する導電膜に接着すると共に、第 2 シート体の各導電膜に固着された複数の半導体セルの他方の電極を第 1 シート体の対応する導電膜に接着する第 4 工程と、
を有することを特徴とするものである。
- 10 本発明に係る別の発光又は受光用半導体モジュールの製造方法は、
光透過性の絶縁材料製の第 1 シート体とこの第 1 シート体に平行に対向可能な絶縁材料製の第 2 シート体と、発光又は受光機能を有し 1 対の電極を備えた複数の半導体セルを予め準備する第 1 工程と、
前記第 1, 第 2 シート体の内面に複数の導電膜を夫々形成する第 2 工程と、
- 15 前記第 2 シート体の各導電膜に複数の半導体セルの一方の電極を接合する第 3 工程と、
前記第 1, 第 2 シート体を接近対向させ、第 2 シート体側に固着された複数の半導体セルの他方の電極を第 1 シート体の対応する導電膜に接合する第 4 工程と、
を有することを特徴とするものである。
- 20 ここで、前記の第 4 工程において、この第 4 工程にて並列接続される複数の半導体セルの群を、隣接する群に直列接続してもよい。

図面の簡単な説明

- 図 1 は球状ソーラセルの断面図であり、図 2 は別の球状ソーラセルの断面図であり、
25 あり、図 3 はソーラモジュールの第 1 シート体の裏面図であり、図 4 はソーラモジュールの第 2 シート体の平面図であり、図 5 は第 1 シート体と第 2 シート体を組み立てる途中状態を示す断面図であり、図 6 は第 1 シート体の平面図であり、
図 7 はソーラモジュールの平面図であり、図 8 はソーラモジュールの断面図であ

り、図 9 はソーラモジュールの等価回路図である。

図 10 は変更形態 1 に係るソーラモジュールの第 1 シート体の裏面図であり、
図 11 は第 2 シート体の平面図であり、図 12 はソーラモジュールの断面図であ
る。図 13 は変更形態 2 に係るソーラモジュールの第 1 シート体の平面図であり
05 、図 14 は第 1 シート体の裏面図であり、図 15 は第 2 シート体の平面図であり
、図 16 はソーラモジュールの断面図であり、図 17 はソーラモジュールの要部
拡大断面図であり、図 18 はソーラモジュールの等価回路図である。

図 19 は変更形態 3 に係るソーラモジュールの第 1 シート体の裏面図であり、
図 20 は第 2 シート体の平面図であり、図 21 はソーラモジュールの断面図であ
10 り、図 22 は球状ダイオードの断面図であり、図 23 は変更した第 1 シート体の
裏面図である。図 24 は別の球状ソーラセルの断面図であり、図 25 は別の球状
ソーラセルの断面図であり、図 26 は円柱状ソーラセルの断面図である。

発明を実施するための最良の形態

15 以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら説明する。

図 1、図 2 には粒状の受光用半導体セルとしての球状ソーラセル 1、11 が示
されている。図 1 に示す球状ソーラセル 1 は、抵抗率が $1\ \Omega\text{m}$ 程度の p 形シリコ
ン単結晶からなる直径が約 $0.6\sim 2.0\text{ mm}$ の球状結晶 2 を素材として形成さ
れる。この球状結晶 2 の下端に直径約 0.6 mm の平坦面 3 が形成され、この球
20 状結晶 2 の表面部にリン (P) を拡散した n^+ 形拡散層 4 (厚さ約 $0.4\sim 0.5\ \mu\text{m}$) と p n 接合 5 が形成されている。尚、前記平坦面 3 の直径 0.6 mm は
直径 2.0 mm の球状結晶 2 の場合の大きさであ。

球状結晶 2 の中心を挟んで対向する両端部には、1 対の電極 6、7 (正極 6 と
負極 7) が設けられ、負極 7 が平坦面 3 に配置されている。正極 6 は球状結晶 2
25 に接続され、負極 7 は n^+ 形拡散層 4 に接続されている。正極 6 と負極 7 を除く
全表面には SiO_2 、又は TiO_2 の絶縁膜からなる反射防止膜 8 (厚さ約 $0.6\sim 0.7\ \mu\text{m}$) が形成されている。正極 6 は例えばアルミニウムペーストを焼成
して形成され、負極 7 は銀ペーストを焼成して形成される。

このような、球状ソーラセル 1 は、本発明者が WO 98/15983 号公報に提案した方法で球状結晶 2 を製作してから、平坦面 3、 n^+ 形拡散層 4、1 対の電極 6、7、反射防止膜 8 を形成することで製作することができる。球状結晶 2 を製作する場合、高さ約 1.4 m の落下チューブを採用し、原料としての p 形シリコンの粒を落下チューブの上端側の内部で加熱溶融してから自由落下させながら表面張力の作用で真球状を保持しつつ凝固させてほぼ真球状の球状結晶 2 を製作する。尚、球状結晶 2 は、落下チューブに依らずに、機械的な研磨方式などの方式により球状またはほぼ球状の結晶に形成してもよい。

前記平坦面 3 は、球状結晶 2 の一部を機械的に研磨して形成することができる。この平坦面 3 を形成するため、球状結晶 2 が転がりにくくなり、真空ピンセットにて吸着可能となり、正極 6 と負極 7 とを識別可能となる。次に、 n^+ 形拡散層 4 を形成する場合は、球状結晶 2 のの頂部の一部をマスキングした状態で、 n 形不純物としてのリン (P) を公知の方法又は前記公報に開示した方法で球状結晶 2 の表面に拡散させる。1 対の電極 6、7、反射防止膜 8 も公知の方法又は前記公報に開示した方法で形成することができる。この球状ソーラセル 1 は、光電変換機能を有し、太陽光を受光して 0.5 ~ 0.6 V の光起電力を発生する。

図 2 に示す球状ソーラセル 11 は、図 1 に示す球状ソーラセル 1 と比べて、 n^+ 形拡散層 14 と 1 対の電極 16、17 の位置を逆に構成したものであり、ほぼ同様の構造である。この球状ソーラセル 11 は、p 形シリコン単結晶からなる球状結晶 12、平坦面 13、 n^+ 形拡散層 14、pn 接合 15、正極 16 と負極 17 とからなる 1 対の電極 16、17、反射防止膜 18 を有し、これらは前記球状ソーラセル 1 における球状結晶 2、平坦面 3、 n^+ 形拡散層 4、pn 接合 5、1 対の電極 6、7、反射防止膜 8 と同様のものであり、同様に製作又は形成することができる。

次に、前記の 2 種類の球状ソーラセル 1、11 の何れか一方又は両方を用いて半導体モジュールとしてのパネル状のソーラモジュールを構成することができる。そこで、最初の実施形態においては、球状ソーラセル 11 を採用したソーラモジュール 20 の製造方法と構造について、図 3 ~ 図 9 に基づいて説明する。

最初に、ソーラモジュール20の概要について説明する。

ソーラモジュール20は、1対のシート体21、22の間に多数の球状ソーラセル11を多数行多数列のマトリックス状に組み込んだ構造のものであり、ソーラモジュール20の縦横のサイズが例えば10cm×20cmで、球状ソーラセル11の配列ピッチが例えば4mmであるとする、多数の球状ソーラセル11が例えば25行50列のマトリックス状に配置されることになる。そのような細かい構造は図示することが難しいので、本実施形態では、理解しやすいように50個の球状ソーラセル11を5行10列に配設した場合を例として拡大図示して説明する。

- 10 図7、図8に示すように、ソーラモジュール20は、光透過性の絶縁材料製の第1シート体21とこの第1シート体21に平行に対向させた絶縁材料製の第2シート体22とを含む1対のシート体と、これらシート体21、22の間に5行10列に配設された50個の球状ソーラセル11などを備えている。第2シート体22の左端部と右端部には正極端子23と負極端子24が夫々が設けられている。
- 15

各球状ソーラセル11は、1対の電極16、17を結ぶ導電方向が1対のシート体21、22と直交する状態に配設されている。各列には同種の球状ソーラセル11が導電方向を揃えて配置されている。図5に示すように、第1シート体21に接着される各列の5個の球状ソーラセル11は、正極16を上、負極17を下に向けた状態に配置され、第2シート体22に接着される各列の5個の球状ソーラセル11は、正極16を下、負極17を上に向けた状態に配置されている。1対のシート体21、22の相対向する内面に、各群の5個の球状ソーラセル11を並列接続する並列接続機構と、各群の球状ソーラセル11とそれに隣接する球状ソーラセル11を直列接続する直列接続機構が設けられている。

- 25 次に、ソーラモジュール20の製造方法と詳細構造について説明する。

最初に、第1、第2シート体21、22と、25個の球状ソーラセル1と50個の球状ソーラセル11を予め準備する。

第1、第2シート体21、22は、厚さ0.1～0.5mmの透明なフレキシ

ブルなプリント基板であり、透明な電気絶縁性の合成樹脂材料（ポリカーボネイト、アクリル、ポリアリレート、メタクリル、シリコン、ポリエステル等）で構成されている。第1シート体21の外表面（上面）には、ソーラモジュール20に入射する光の反射損失を少なくする為に、多数行多数列のドーム状の小さな凸部25（これが凹凸に相当する）が形成されている。この多数行多数列の凸部25は、第1シート体21をロール成形する際に形成することができる。

次に、図3は上下を逆にした第1シート体21を示し、この図3に示すように、第1シート体21の内面（下面）に、5組の梯子状の導電経路26（導電膜）を形成すると共に、図4に示すように、第2シート体22の内面（上面）に、4組の梯子状の導電経路27（導電膜）と2組の半梯子状の導電経路28、29（導電膜）を形成する。第1シート体21の内面に銅箔を貼り、導電経路26をマスキングした状態でエッチング処理してプリント配線を形成し、そのプリント配線の表面に銀メッキを施すことで導電経路26を形成する。同様に、第2シート体22の内面に銅箔を貼り、導電経路27～29をマスキングした状態でエッチング処理してプリント配線を形成し、そのプリント配線の表面に銀メッキを施すことで導電経路27～29を形成する。

また、第2シート体22においては、左端部分に半梯子状の導電経路28に接続された正極端子23を形成し、右端部分に半梯子状の導電経路29に接続された負極端子24を形成する。正極端子23と負極端子24には、ソーラモジュール20を別のソーラモジュールや電気配線に電気的に接続する為のスルーホール23a、24aが形成されている。導電経路26～29を形成する際に、導電経路26～29のうち球状ソーラセル11の正負の電極16、17を接合する交点部にほぼ円形のパッド部30が形成される。

次に、図3に示すように、第1シート体21の内面を上方に向けた状態にして、各列の5個の球状ソーラセル11の正極16に導電性エポキシ樹脂などの導電性接着剤を塗布して、各組の導電経路26の片方の並列接続部26aの5つのパッド部30に接着する。そして、その接着が硬化した後、各列の5個の球状ソーラセル11の負極17に導電性接着剤を塗布する。

これと同様に、図4に示すように、第2シート体22の内面を上方に向けた状態にして、各列の5個の球状ソーラセル11の正極16に導電性接着剤を塗布して、各組の導電経路27の片方の並列接続部27aの5つのパッド部30に接着すると共に、左端部の導電経路28の並列接続部28aの5つのパッド部30に
05 接着する。そして、その接着が硬化した後、各列の5個の球状ソーラセル11の負極17に導電性接着剤を塗布する。

次に、図3に示すように、第1シート体21の内面の外周部にブチルゴムからなるシーラント31を貼り付け、1つの開口部31aを形成する。同様に、図4に示すように、第2シート体22の内面の外周部にブチルゴムからなるシーラント32を前記シーラント31に対向するように貼り付け、前記開口部31aに対応する1つの開口部32aを形成する。
10

次に、図5に示すように、第1シート体21を図3の姿勢から反転させた状態にし、その第1シート体21を第2シート体22の上方に対向させ、第1シート体21の5列の球状ソーラセル1を、第2シート体22の5つの並列接続部27b, 29bに対向させた状態に位置決めしてから、第1, 第2シート体21, 22を接近させて、第1シート体21の各列の球状ソーラセル11の負極17を第2シート体22の対応する並列接続部27b, 29bに接着し、第2シート体22の各列の球状ソーラセル11の負極17を第1シート体21の対応する並列接続部26bに接着する。このとき、シーラント31とシーラント32とを接合させ、加熱硬化させて矩形枠状のシーラント壁33を形成する。その後、開口部31a, 32aとで形成された注入口から第1, 第2シート体21, 22の間のシーラント壁33の内側の空間に、絶縁性透明液体（メタアクリル樹脂やシリコン樹脂を主成分とする充填剤）を注入して充填し、加熱又は紫外線照射によりフレキシブルな充填材34に硬化させると、ソーラモジュール20が完成する。
15
20

25 尚、第1シート体21の内面を下方へ向けた状態で搬送ライン上を搬送しながら、第1シート体21に対する導電経路26の形成や、球状ソーラセル11の接着を行うことも可能であるから、種々の装置や機構を組み込んだ自動化ラインによりソーラモジュール20の組立てを行うことも可能である。また、導電経路2

6～29を透明な導電性合成樹脂膜で構成してもよい。

以上のような構造のソーラモジュール20においては、各列の5個の球状ソーラセル11（各群の球状ソーラセル）が上下の並列接続部26a, 27a, 28a, 26b, 27b, 29bにより並列接続されている。図3に示すように、第1シート体21の各組の導電経路26の並列接続部26a, 26bは直列接続部26cにより直列接続されている。同様に、図4に示すように、第2シート体22の各組の導電経路27の並列接続部27a, 27bは直列接続部27cにより直列接続され、左端側の並列接続部28aは直列接続部28cにより正極端子23に直列接続され、右端側の並列接続部29bは直列接続部29cにより負極端子24に直列接続されている。こうして、各列の球状ソーラセル11（各群の球状ソーラセル）は、直列接続部26c～29cを介して隣接する列（群）の球状ソーラセル11に直列接続され、その両端に正極端子23と負極端子24とが接続されている。つまり、上下の並列接続部26a, 27a, 28a, 26b, 27b, 29bが並列接続機構に相当すると共に第1導電膜に相当し、また、直列接続部26c～29cが直列接続機構に相当すると共に第2導電膜に相当する。

図9は、このソーラモジュール20の等価回路を示すものであり、1個の球状ソーラセル11の光起電力が例えば0.6Vである場合、正極端子23と負極端子24の間に6.0Vの光起電力が発生する。そして、各行の10個の球状ソーラセル11により発生する電流をIとすると、正極端子23から外部負荷へ5Iの電流が出力される。

このソーラモジュール20においては、各列（各群）の5個の球状ソーラセル11が並列接続され、各列の5個の球状ソーラセル11とそれに隣接する列の5個の球状ソーラセル11とが直列接続されているため、何れかの球状ソーラセル11が故障や日陰により機能低下や機能停止した場合でも、それらの球状ソーラセル11による光起電力が低下したり停止するだけで、正常な球状ソーラセル11の出力は並列接続関係にあるその他の球状ソーラセルを介して分流出力されるため、一部の球状ソーラセルの故障や機能低下による悪影響は殆ど生じず、信頼性と耐久性に優れたソーラモジュール20となる。

このソーラモジュール20では、通常第1シート体21を光入射側に向けて配置するものとするが、第1シート体21の表面に多数の細かな凸部25を形成してあるため、外来光の入射方向が大きく傾いた場合にも、多数の凸部25の表面での屈折や乱反射を繰り返しつつ内部へ導入され、球状ソーラセル11へ様々な方向から入射する。各球状ソーラセル11の表面は球面であるため種々の方向から来る光を導入する光導入性に優れているため、ソーラモジュール20における光利用率が高く維持される。しかも、球状ソーラセル11は球状であるため、吸収可能な光の入射方向が狭く制約されず、種々の方向から来る光を吸収可能であり、光利用率が高く維持される。

10 第2シート体22が透明材料で構成されているため、裏側から第2シート体22を通して入射する光によっても光起電力が発生する。但し、第2シート体22の裏面側からの光の入射がない場合には、第2シート体22の裏面に第1シート体21の方から入射した光を反射する反射膜を貼りつけた構造にしてもよい。

このソーラモジュール20では、球状ソーラセル11同士の間に所定の間隔が設けられ、第1、第2シート体21、22が透明材料で構成され、採光性があるため、ソーラモジュール20を窓ガラスとして又は窓ガラスに貼りつけて使用することも可能である。但し、採光の必要がない場合には、球状ソーラセル11の配置ピッチを小さくして、発電能力を高めるように構成してもよい。

このソーラモジュール20は、その厚さは約1.0～3.0mmと非常に薄く、軽量で、フレキシブルな構造であるから、適用範囲が広く、建物の屋根、塀、壁面、種々の物体の曲面状の表面に取付けて使用することができる。例えば、自動車のボディの表面に貼りつけて発電するソーラモジュールを実現したり、自動車の窓ガラスに組み込んで発電するソーラモジュールを実現したりすることもできる。また、衣服に組み込んでモバイル機器の電源に適用可能なモジュールとすることもできる。また、巻物のように収納したり、展開したりすることのできるモジュールとすることもできる。また、曲面状のモジュールに構成する場合には、光学的な指向性を拡大することも可能である。

このソーラモジュール20においては、部材数が少なく、薄く、軽量であるた

め、コンパクトなものになり、比較的簡単な自動化ラインにより製造可能であり、廃棄物の発生も少ない。

そして、球状ソーラセル 11 を第 1, 第 2 シート体 21, 22 の導電経路 26 ~ 29 に直接ボンディングできるため、球状ソーラセル 11 の配置と配線の設計の自由度が大きく、セル数を適宜選択可能で、小出力用のモジュール、高電圧用モジュール、大出力用モジュールなど、用途に応じて自由に設計することができる。このソーラモジュール 20 では、正極端子 23 や負極端子 24 を備えているため、標準的なソーラモジュール 20 を多数製作することで、それら直列接続したり、並列接続したり、直並列接続したりすることで、用途に応じて適宜拡張することができる。また、このソーラモジュール 20 では、球状ソーラセル 11 と球状ソーラセル 11 の間に所定の間隔を空けて構成すれば、光透過型の採光可能なモジュールとなるので、窓ガラスに貼りつけて使用可能なモジュールとなる。また、このソーラモジュール 20 では、種々の形状のものに構成することができる。

次に、前記の実施形態を部分的に変更した種々の変更形態について説明する。
変更形態 1・・・(図 10 ~ 図 12 参照)

このソーラモジュール 40 は、第 1, 第 2 シート体 41, 42、これらシート体 41, 42 の間に組み込んだ 5 行 10 列の球状ソーラセル 1, 11、各列の 5 個の球状ソーラセル 1, 11 (各群の球状ソーラセル) を並列接続する並列接続機構、各群の球状ソーラセル 1, 11 とそれに隣接する群の球状ソーラセル 1, 11 を直列接続する直列接続機構などで構成されている。第 1, 第 2 シート体 41, 42 は前記第 1, 第 2 シート体 21, 22 と同様のものである。第 1 シート体 41 の内面に形成する 5 組の導電経路 46 (導電膜) は前記導電経路 26 よりも単純な形になっているが、これら導電経路 46 は導電経路 26 と同様の構造のものであり、各導電経路 46 は並列接続部 46a, 46b と直列接続部 46c とを有する。

第 2 シート体 42 の内面には、4 つの導電膜 47 と、左右両端側の 2 つの導電膜 48, 49 と、導電膜 48 と一体の正極端子 43 と、導電膜 49 と一体の負極

端子 4 4 が形成され、これら導電膜 4 7 ~ 4 9 は前記導電経路 2 7 ~ 2 9 と同様に銅箔の表面に銀メッキを施した構造のものである。

このソーラモジュール 4 0 を製作する製造方法は、基本的には前記ソーラモジュール 2 0 の製造方法とほぼ同様であるので、簡単に説明する。

- 05 最初に、第 1, 第 2 シート体 4 1, 4 2 と、2 5 個の球状ソーラセル 1 と、2 5 個の球状ソーラセル 1 1 を予め準備する。次に、第 1 シート体 4 1 の内面に 5 組の導電経路 4 6 を形成すると共に、第 2 シート体 4 2 の内面に導電膜 4 7 ~ 4 9 を形成する。次に、図 1 1 に示すように、第 2 シート体 4 2 において、各列の球状ソーラセル 1 の負極 7 を対応する導電膜 4 7, 4 9 の所定の位置に合成樹脂
- 10 製接着剤にて接着すると共に、各列の球状ソーラセル 1 1 の正極 1 6 を対応する導電膜 4 7, 4 8 の所定の位置に導電性合成樹脂接着剤にて接着する。そして、これら球状ソーラセル 1, 1 1 の周囲を囲繞するようにシーラント 5 1 を貼り付ける。そして、第 2 シート体 4 2 に接着された各列の球状ソーラセル 1 の正極 6 と、各列の球状ソーラセル 1 1 の負極 1 7 に導電性合成樹脂接着剤を夫々塗布す
- 15 る。次に、第 1 シート体 4 1 の内面を第 2 シート体 4 2 に対向接近させて、各組の導電経路 4 6 を隣接する 2 列の球状ソーラセル 1, 1 1 の正極 6 と負極 1 7 に接合する。このとき、各列の球状ソーラセル 1 の正極 6 を並列接続部 4 6 a のパッド部 5 0 に接着し、各列の球状ソーラセル 1 1 の負極 1 7 を並列接続部 4 6 b のパッド部 5 0 に接着する。そして、シーラント 5 1 を第 1 シート体 4 1 の内
- 20 面に接着させてから加熱してシーラント 5 1 を硬化させる。その後、シーラント 5 1 の開口部 5 1 a から内部へ前記の絶縁性透明液と同様の絶縁性透明液を充填し、加熱や紫外線照射により硬化させて充填材 5 2 にすると、このソーラモジュール 4 0 が完成する。このソーラモジュール 4 0 の等価回路は図 9 の等価回路と同様のものとなり、各列（各群）の球状ソーラセル 1 は導電経路 4 6 の並列接続
- 25 部 4 6 a と導電膜 4 7, 4 9 により並列接続され、各列（各群）の球状ソーラセル 1 1 は導電経路 4 6 の並列接続部 4 6 b と導電膜 4 7, 4 8 により並列接続され、各群の球状ソーラセル 1, 1 1 とそれに隣接する群の球状ソーラセル 1 1, 1 は、導電膜 4 7 又は導電経路 4 6 の直列接続部 4 6 c で直列接続されている。

このソーラモジュール40は、第1シート体41へのみ入射する外来光を受光して発電するものであり、導電膜47～49は、光を反射させる反射膜としても機能するものである。その他の作用、効果については前記のソーラモジュール20とほぼ同様である。

05 変更形態2・・・(図13～図18参照)

このソーラモジュール60は、前記球状ソーラセル1, 11を適用したものであって、ソーラモジュール20, 40とほぼ同様の構造のものであり、ほぼ同様に製作することができるので、このソーラモジュール60の構造と製造方法について簡単に説明する。

- 10 このソーラモジュール60は、第1, 第2シート体61, 62、これらシート体61, 62の間に組み込んだ例えば6行14列の球状ソーラセル1, 11、各列の球状ソーラセル1, 11を並列接続する並列接続機構、各列の球状ソーラセル1, 11とそれに隣接する列の球状ソーラセル11, 1とを直列接続する直列接続機構などから構成されている。第1, 第2シート体61, 62は、透明な白
- 15 板強化ガラスの厚さ3～4mmの板で構成され、図13に示すように、第1シート体61の上面には6行7列のマトリックス状にピラミッドカット63が形成され、各球状ソーラセル1, 11の鉛直上方にピラミッドカット63の頂部が位置している。尚、各ピラミッドカット63における面と面とがなす頂角は45度以下とすることが望ましいが、これに限定される訳ではない。
- 20 図14は第1シート体61を上下逆にして示したもので、この図に示す第1シート体61の内面には7列をなすように透明導電性金属酸化物(例えば、ITO, SnO_2 , ZnO など)の薄膜からなる7つの導電膜64が形成されている。図15に示すように、第2シート体62の内面には、前記の導電膜64と同様の8つ導電膜65と、左端側の導電膜65に接続された正極端子66と、右端側の
- 25 負極端子67と、右端側の導電膜65と負極端子67間の2組の逆流防止用ダイオード68とが形成されている。このソーラモジュール60を製作する際には、第1, 第2シート体61, 62と、42個の球状ソーラセル1と、42個の球状ソーラセル11とを予め製作する。

次に、第1、第2シート体61、62の内面に複数の導電膜64、65を夫々形成すると共に、第2シート体62には正極端子66、負極端子67、2つの逆流防止用ダイオード68を形成する。

次に、図14に示すように、第1シート体61の各導電膜64の右端部に導電性接着剤にて6個の球状ソーラセル1（1群の球状ソーラセル）を接着するが、この場合、各球状ソーラセル1の正極6を導電膜64に接着する。同様に、図15に示すように、第2シート体62の各導電膜65の右端部に導電性接着剤にて6個の球状ソーラセル11（1群の球状ソーラセル）を接着するが、この場合、各球状ソーラセル11の正極16を導電膜65に接着する。更に、第1シート体61の外周部に矩形枠状にシーラント69を貼り付けると共に、第2シート体62の外周部に矩形枠状にシーラント70を貼り付ける。尚、シーラント69、70には夫々開口部69a、70aを形成しておく。

次に、第1シート体61の各球状ソーラセル1の負極7に導電性接着剤を塗布すると共に、第2シート体62の各球状ソーラセル11の負極17にも導電性接着剤を塗布した状態で、第1シート体61を内面を下向きに反転させた姿勢にして、第1シート体61を第2シート体62に対向接近させ、第1シート体61の各列の球状ソーラセル1の負極7を第2シート体62の対応する導電膜65に接合すると共に、第2シート体62の各列の球状ソーラセル11の負極17を第1シート体61の導電膜64に接合させ、上下のシーラント69、70を突き合わせて接合する。その後、加熱処理することでシーラント69、70を硬化させる。

次に、第1、第2シート体61、62の間の空間であってシーラント69、70の内側の空間に、例えばアクリル系の透明かつ絶縁性の合成樹脂の融液を充填して充填材71として硬化させる。この充填材71によりソーラモジュール60の強度や耐久性を高めることができる。図18は、このソーラモジュール60の等価回路を示し、負極端子67の近くに2つの逆流防止用ダイオード68が図示のように設けられている。即ち、このソーラモジュール60がバッテリーに接続されているような場合に、夜間、ソーラモジュール60が停止中に、バッテリーから正極端子66に電流が逆流すると、ソーラセル1、11が壊れてしまう虞がある

ので、前記の逆流防止用ダイオード 6 8 により逆電流が流れないように構成してある。

以上のソーラモジュール 6 0 においては、図 1 8 に示すように、各列の球状ソーラセル 1, 1 1 は導電膜 6 4, 6 5 により並列接続され、球状ソーラセル 1 の
05 列と球状ソーラセル 1 1 の列とが交互に配置され、各列（各群）の球状ソーラセル 1, 1 1 と、それに隣接する各列（各群）の球状ソーラセル 1 1, 1 とが導電膜 6 4, 6 5 を介して直列接続されているため、前記ソーラモジュール 2 0, 4 0 とほぼ同様の作用、効果を奏する。

図 1 7 は、ソーラモジュール 6 0 に入射する光の挙動を示す為に、一部を拡大
10 図示したものであり、第 1 シート体 6 1 の表面に多数のピラミッドカット 6 3 を形成してあるため、垂直に入射する光は勿論、その他種々の方向から入射する光も球状ソーラセル 1, 1 1 の方へ導入され易くなっており、入射光の利用効率を高めることができる。

このソーラモジュール 6 0 では、第 1, 第 2 シート体 6 1, 6 2 が透明なガラス製であり、導電膜 6 4, 6 5 も透明な導電性合成樹脂で構成してあるため、第
15 シート体 6 1 を通って入射する光によっても、第 2 シート体 6 2 を通って入射する光によっても光起電力が発生する。しかも、球状ソーラセル 1, 1 1 同士の間には所定の間隔が設けられて一部の光が透過できるため採光性があるので、このソーラモジュール 6 0 を窓ガラスとして適用したり、窓ガラスに貼り付けて適用
20 したりすることも可能である。

尚、多数のピラミッドカット 6 3 の代わりに、第 1 シート体 6 1 の表面に多数の微細な規則的な凹凸を形成してもよく、また、第 2 シート体 6 2 の表面にも、多数のピラミッドカット 6 3 を形成したり、多数の微細な規則的な凹凸を形成してもよい。

25 変更形態 3・・・（図 1 9 ～図 2 2 参照）

このソーラモジュール 8 0 は、第 1, 第 2 シート体 8 1, 8 2、これらのシート体 8 1, 8 2 の間に組み込んだ 3 群の 7 2 個の球状ソーラセル 1 1、各群の球状ソーラセル 1 1 を並列接続する並列接続機構、各群の 2 4 個の球状ソーラセル

11とそれに隣接する群の24個の球状ソーラセル11を直列接続する直列接続機構などから構成されている。

各群の24個の球状ソーラセル11は、正極16を下に負極17を上にした状態で6行4列のマトリックス状に配置され、第1、第2シート体81、82の導電膜83～86により並列接続されている。中央の群の左側には1列6個の球状導電体87が配置され、右側の群の左側には1列6個の球状導電体87が配置され、右側の群の球状ソーラセル11と中央の群の球状ソーラセル11は6個の球状導電体87により直列接続され、中央の群の球状ソーラセル11と左側の群の球状ソーラセル11は6個の球状導電体87により直列接続されている。

10 第1シート体81は、ピラミッドカットを形成した前記第1シート体61と同様のガラス板で構成されている。第2シート体82はガラスエポキシなどFRP製のプリント基板で構成されている。

図19は第1シート体81を上下逆にして図示したものであり、この第1シート体81の内面には、金属酸化物の透明な導電性薄膜からなる3つの導電膜83が形成されている。図20に示すように、第2シート体82の内面には、光反射機能のある4つの導電膜84～86が形成されている。この導電膜84～86は、表面に微細な凹凸を形成した銅箔の表面に銀メッキを施したものである。

第2シート体82の左端部には、導電膜84に接続された正極端子88であって第2シート体82を貫通するピン状の正極端子88が形成されている。第2シート体82の右端部には、導電膜86に接続された負極端子89であって第2シート体82を貫通するピン状の負極端子89が形成されている。第1シート体81の導電膜83と第2シート体82の導電膜86との間には、正極端子88からソーラモジュール80へ電流が逆流するのを防止する球状ダイオード90が接続されている。前記球状導電体87は、鉄合金の小さな球体の表面に銀メッキを施し、上下両端に1対の電極（但し、これは省略可能である）を形成したもので、球状導電体87の高さは球状ソーラセル11の高さと同じになっている。

図22に示すように、球状ダイオード90は、p形シリコンからなる球状結晶95、n形拡散層96、pn接合97、1対の電極91、92（陽極91と陰極

92)、陰極92側の上半分を覆う金属膜92a、絶縁膜98を有するものである。尚、球状ダイオード90の陽極91は導電膜86に接続されている。

このソーラモジュール80を製作する方法は、前記ソーラモジュール20, 40, 60を製作する方法とほぼ同様であるので、簡単に説明する。

- 05 最初に、第1, 第2シート体81, 82と、72個の球状ソーラセル11と、12個の球状導電体87と、球状ダイオード90などを予め準備する。

- 次に、第1シート体81の内面に導電膜83を形成すると共に、第2シート体82の内面に導電膜84~86を形成し、正極端子88と負極端子89も形成する。次に、第2シート体82の各導電膜84, 85に6行4列の24個の球状ソーラセル11を配置して各球状ソーラセル11の正極16を導電膜84, 85に導電性接着剤により接着する。また、導電膜86の中央部に球状ダイオード90を配置してその陽極91を導電性接着剤により導電膜86に接着する。
- 10

- 次に、全部のソーラセル11の負極17と、全部の球状導電体87の頂部と、球状ダイオード90の陰極92に導電性接着剤を塗布する。そして、第2シート
- 15 体82の内面の外周部にシーラント93を貼り付け、開口部93aを形成する。

- この状態で、正規の姿勢にした第1シート体81を第2シート体82の上方から対向させて接近させ、第1シート体81の各導電膜83を対応する各群の球状ソーラセル11の負極17に接着し、各列の球状導電体87の頂部を対応する導電膜83に接着する。そして、シーラント93を第1シート体81に接着させた
- 20 状態でシーラント93を加熱して硬化させる。その後、シーラント93の開口部93aからアクリル樹脂などの透明合成樹脂の融液を内部に充填し、それを硬化させて透明充填材94とする。こうして、ソーラモジュール80が完成する。

- このソーラモジュール80の作用、効果について説明する。但し、このソーラモジュール80の機能は、前記のソーラモジュール20, 40, 60とほぼ同様
- 25 であるので、以下簡単に説明する。

このソーラモジュール80においても、各群の24個の球状ソーラセル11は上下の導電膜83~85により並列接続され、左側の群の球状ソーラセル11と中央の群の球状ソーラセル11は6個の球状導電体87により直列接続され、中

央の群の球状ソーラセル 11 と右側の群の球状ソーラセル 11 は 6 個の球状導電体 87 により直列接続されている。

第 1 シート体 81 に入射する外来光が球状ソーラセル 11 に到達すると、各群の球状ソーラセル 11 が約 0.6 V の光起電力を発生し、その光起電力（約 1.05 8 V）により発生した電流は正極端子 88 からバッテリーや外部負荷へ出力される。このソーラモジュール 80 では、各群に複数行複数列の球状ソーラセル 11 を設けるため、ソーラモジュール 80 の全体では、必要に応じて、出力電流を多くし、出力電圧を低く抑えることができる。但し、このソーラモジュール 80 を複数個直列接続することで、出力電圧も高くすることが可能である。また、逆流防止用のダイオード 90 を組み込んであるため、外部からソーラモジュール 80 の正極端子 88 へ流入する逆電流を確実に防止し、逆電流によるソーラセル 11 の破壊を確実に防止することができる。

このソーラモジュール 80 では、1 種類の球状ソーラセル 11 を採用しているので、球状ソーラセル 11 の製作と、ソーラモジュール 80 の組立ての面で有利である。各群に複数行複数列の球状ソーラセル 11 を設けるため、導電膜 83 ~ 85 の構造が簡単になる。第 2 シート体 82 の導電膜 84 ~ 86 は光反射機能を有するため、第 1 シート体 81 を通って入射した光が反射散乱され球状ソーラセル 11 に吸収され易くなる。

尚、前記各列の球状導電体 87 の代わりに、金属製の 1 つのロッドを適用することも可能であり、また、複数の球状ダイオード 90 を設けてもよい。

更に、前記第 1 シート体 81 の代わりに、図 23 に示す第 1 シート体 81A を採用してもよい。この第 1 シート体 81A においては、3 つの導電膜 83 の代わりに図示のような導電膜としての 3 組のプリント配線 99 が形成されている。

次に、前記の実施形態や変更実施形態を変更する種々の例について説明する。

1) 図 24、図 25 に示す粒状の球状ソーラセル 100、110 は、前記の球状ソーラセル 11 と同様の大きさで、同様の発電機能を有するものである。球状ソーラセル 11 と共に或いは球状ソーラセル 11 の代わりにソーラモジュールに適用することができる。

図24のソーラセル100は、n形シリコン単結晶の球状結晶101、この球状結晶101の一端部に形成した平坦面102、p形拡散層103、pn接合104、平坦面102に形成した負極107、球状結晶101の中心を挟んで負極107に対向する正極106、絶縁膜からなる反射防止膜105などを有する。

05 図25に示す球状ソーラセル110は、p形シリコン単結晶の球状結晶111、この球状結晶111の両端部に形成した大きさの異なる平坦面112、113、n形拡散層114、pn接合115、大きい方の平坦面112に形成した正極117、球状結晶111の中心を挟んで正極117に対向し小さい方の平坦面113に形成した負極118、絶縁膜からなる反射防止膜116などを有する。

10 2) 図26に示す粒状の円柱状ソーラセル120は、前記の球状ソーラセル111と同様の大きさで、同様の発電機能を有するものである。球状ソーラセル111と共に或いは球状ソーラセル111の代わりにソーラモジュールに適用することができる。この円柱状ソーラセル120は、1Ωm程度の抵抗率のp形シリコンからなる直径が1.5mmの円柱体を素材として製作されるものである。この円柱状ソーラセル120は、p形シリコンからなる円柱状結晶121、n形拡散層122、pn接合123、p⁺形拡散層124、円柱状ソーラセル120の軸心方向の両端に設けられた1対の電極125、126（正極125と負極126）、絶縁膜からなる反射防止膜127などを有するものである。

3) 前記のソーラモジュールは受光用半導体モジュールの例であるが、前記のソーラモジュールにおける球状ソーラセル111の代わりに電光変換により発光する粒状の発光ダイオード(LED)であって前記球状ソーラセル111と同様の構造の発光ダイオードを組み込むことにより、平面的に発光する発光用半導体モジュールを製作することができる。発光ダイオードの場合、p形結晶又は拡散層と接する電極が陽極となり、n形拡散層又は結晶と接する電極が陰極となり、陽極から陰極へ順方向に電流を流すと、pn接合近傍から結晶や拡散層の材料に応じた波長の光を発生し、外部へ放射する。尚、本願の発明者がWO98/15983号公報に提案した球状発光ダイオードやそれに類似の構造の球状発光ダイオードも採用可能である。

発光用半導体モジュールでは、透明な第1、第2シート体を用いて、両面から発光するモジュール、あるいは、透明な第1シート体と第1シート体の方へ光を反射する不透明な第2シート体を用いて片面へのみ発光するモジュール、などの形態が採用される。

- 05 4〕前記ソーラモジュール20では、第1シート体21の外面にのみ多数の凸部25を形成した場合を例にして説明したが、第2シート体22の外面にも、第1シート体21の外面と同様に多数の凸部25を形成してもよい。尚、第1シート体21の多数の凸部25の代わりに、多数の細かなピラミッドカットを形成してもよい。但し、このソーラモジュール20の多数の凸部25や、前記ソーラモ
10 ジュール40、60の第1シート体の表面のピラミッドカットや微細な凹凸構造は必須のもではなく、第1シート体の表面を凹凸のない平面に形成することも可能である。

- 5〕前記球状ソーラセル1、11は、シリコンの半導体で製作した受光用半導体セルを例にして説明したが、SiGe、GaAs及びその化合物、InP及び
15 その化合物、CuInSe₂及びその化合物、CdTe及びその化合物、などの半導体で光電変換機能のある受光用半導体セルを構成することもできる。

- 或いは、発光用半導体セルを組み込んで発光用半導体モジュールを構成する場合には、GaAs及びその化合物、InP及びその化合物、GaP及びその化合物、GaN及びその化合物、SiC及びその化合物、などの半導体で電光変換機
20 能のある発光用半導体セルを構成することもできる。

6〕前記ソーラモジュール20、40におけるプリント基板の代わりに、セラミック配線基板や、金属配線ガラス基板を採用してもよい。透明ガラス板からなるシート体の代わりに、透明合成樹脂板からなるシート体を採用してもよい。

- 7〕前記導電性接着剤の代わりに、半だや、インジウム合金を採用してもよい
25 。前記充填材34、52、71、94は必須のもではなく、省略してもよい。

前記逆流防止用ダイオード68や、球状ダイオード90は必須のものではなく、省略してもよい。

請 求 の 範 囲

1. 光透過性の絶縁材料製の第1シート体とこの第1シート体に平行に対向させた絶縁材料製の第2シート体とを含む1対のシート体と、これらシート体の間に複数行複数列に配設された複数の粒状の半導体セルとを備え、

- 05 各半導体セルは、p形又はn形の半導体粒と、半導体粒の表層部に形成されたpn接合と、半導体粒の両端に相対向状に形成されpn接合の両端に接続された1対の電極を備えると共に発光又は受光機能を有し、

各半導体セルは、1対の電極を結ぶ導電方向が1対のシート体と直交する状態に配設され、

- 10 複数の粒状の半導体セルは、導電方向を揃えて配設されたグループをなす複数の半導体セルを単位として複数群にグループ化され、

前記1対のシート体の相対向する内面に、各群の複数の半導体セルを並列接続する並列接続機構と、各群の半導体セルとそれに隣接する群の半導体セルを直列接続する直列接続機構が設けられたことを特徴とする発光又は受光用半導体モジュール。

- 15 ュール。

2. 前記各半導体セルが光電変換を伴う受光機能を有することを特徴とする請求の範囲第1項に記載の発光又は受光用半導体モジュール。

3. 前記各半導体セルが電光変換を伴う発光機能を有することを特徴とする請求の範囲第1項に記載の発光又は受光用半導体モジュール。

- 20 4. 前記粒状の半導体セルが球状の半導体セルであることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の発光又は受光用半導体モジュール。

5. 前記粒状の半導体セルが円柱状の半導体セルであることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の発光又は受光用半導体モジュール。

- 25 6. 前記第2シート体が光透過性のシート体からなることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の発光又は受光用半導体モジュール。

7. 前記第1シート体がガラス製のシート体からなり、このガラス製のシート体の外表面に微細な多数のピラミッドカット又は凹凸を形成したことを特徴とする請求の範囲第2項に記載の発光又は受光用半導体モジュール。

8. 前記1対のシート体は合成樹脂製のフレキシブルなシート体からなることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の発光又は受光用半導体モジュール。

9. 前記1対のシート体の間の複数の半導体セルの間の空間に絶縁性の透明合成樹脂が充填されたことを特徴とする請求の範囲第1項に記載の発光又は受光用
05 半導体モジュール。

10. 前記並列接続機構は第1; 第2シート体の内面に夫々形成された第1導電膜を有し、前記直列接続機構は第1, 第2シート体の内面に夫々形成された第2導電膜を有することを特徴とする請求の範囲第1項に記載の発光又は受光用半導体モジュール。

10 11. 前記第1シート体の内面の第1, 第2導電膜は透明な金属酸化物製導電膜からなることを特徴とする請求の範囲第10項に記載の発光又は受光用半導体モジュール。

12. 前記第2シート体の内面の第1, 第2導電膜は透明な金属酸化物製導電膜からなることを特徴とする請求の範囲第11項に記載の発光又は受光用半導体
15 モジュール。

13. 前記第2シート体の内面の第1, 第2導電膜は、光反射膜として機能する金属製導電膜からなることを特徴とする請求の範囲第11項に記載の発光又は受光用半導体モジュール。

14. 前記第1シート体の内面の第1, 第2導電膜はプリント配線からなること
20 とを特徴とする請求の範囲第10項に記載の発光又は受光用半導体モジュール。

15. 前記第2シート体の内面の第1, 第2導電膜はプリント配線からなることを特徴とする請求の範囲第14項に記載の発光又は受光用半導体モジュール。

16. 前記第2シート体の内面の第1, 第2導電膜は、光反射膜として機能する金属製導電膜からなることを特徴とする請求の範囲第14項に記載の発光又は
25 受光用半導体モジュール。

17. 前記第2シート体が光透過性のシート体で構成され、前記1対のシート体の表面側と裏面側から入射する外来光を受光可能に構成したことを特徴とする

請求の範囲第2項に記載の発光又は受光用半導体モジュール。

18. 前記半導体セル同士間に所定の間隔が設けられ、前記1対のシート体の表面側から裏面側又は裏面側から表面側を部分的に透視可能に構成したことを特徴とする請求の範囲第17項に記載の発光又は受光用半導体モジュール。

- 05 19. 前記第2シート体が光透過性のシート体で構成され、前記1対のシート体の表面側と裏面側へ光を放射可能に構成したことを特徴とする請求の範囲第3項に記載の発光又は受光用半導体モジュール。

20. 光透過性の絶縁材料製の第1シート体とこの第1シート体に平行に対向可能な絶縁材料製の第2シート体0...と、発光又は受光機能を有し1対の電極
10 え10 た複数の半導体セルを予め準備する第1工程と、

前記第1, 第2シート体の内面に複数の導電膜を夫々形成する第2工程と、

前記第1シート体の各導電膜の一部分に複数の半導体セルの一方の電極を接着すると共に、第2シート体の各導電膜の一部分に複数の半導体セルの前記一方の電極と同じ一方の電極を接着する第3工程と、

- 15 前記第1, 第2シート体を接近対向させ、第1シート体の各導電膜に固着された複数の半導体セルの他方の電極を第2シート体の対応する導電膜に接着すると共に、第2シート体の各導電膜に固着された複数の半導体セルの他方の電極を第1シート体の対応する導電膜に接着する第4工程と、

を有することを特徴とする発光又は受光用半導体モジュールの製造方法。

- 20 21. 光透過性の絶縁材料製の第1シート体とこの第1シート体に平行に対向可能な絶縁材料製の第2シート体と、発光又は受光機能を有し1対の電極を備えた複数の半導体セルを予め準備する第1工程と、

前記第1, 第2シート体の内面に複数の導電膜を夫々形成する第2工程と、

- 前記第2シート体の各導電膜に複数の半導体セルの一方の電極を接着する第3
25 工程と、

前記第1, 第2シート体を接近対向させ、第2シート体側に接着された複数の半導体セルの他方の電極を第1シート体の対応する導電膜に接着する第4工程と、
、を有することを特徴とする発光又は受光用半導体モジュールの製造方法。

22. 前記第4工程において、この第4工程にて並列接続される複数の半導体セルの群を、隣接する群に直列接続することを特徴とする請求の範囲第22項に記載の発光又は受光用半導体モジュールの製造方法。

図1

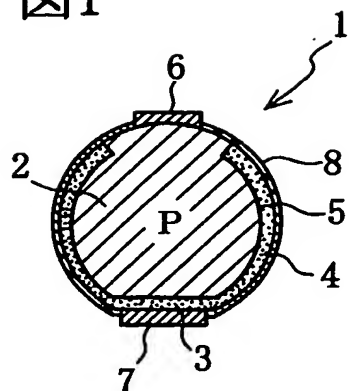


図2

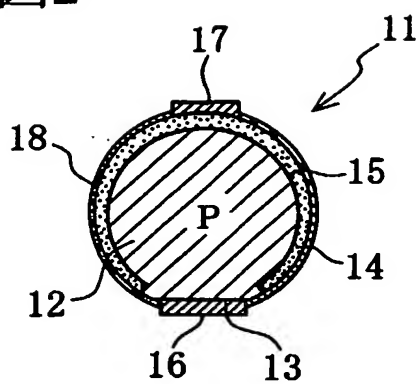


図3

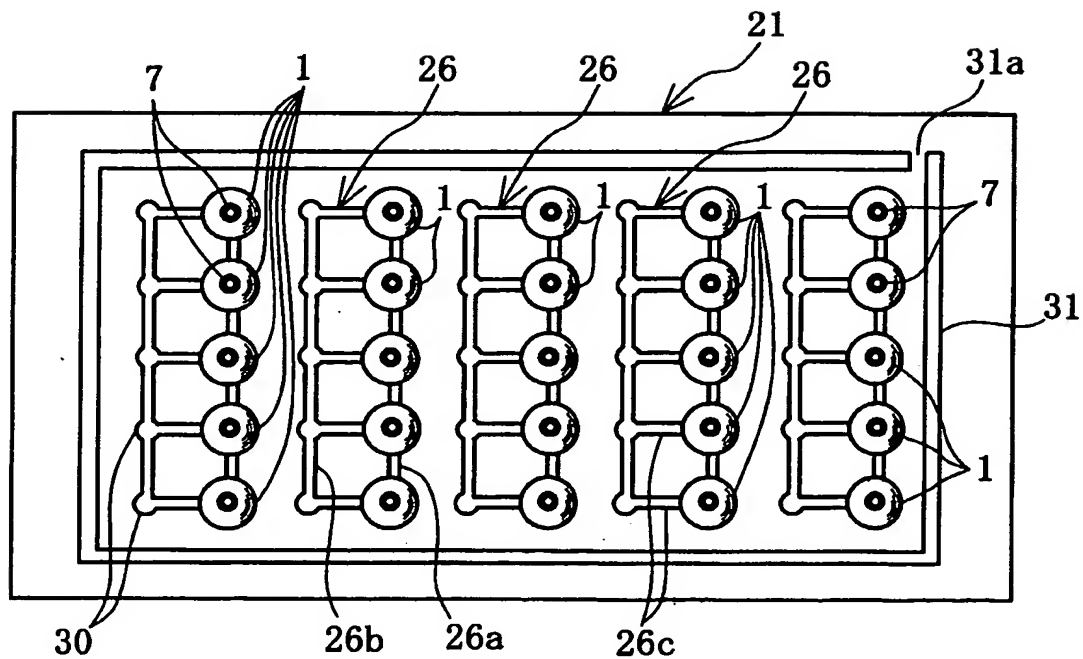


図4

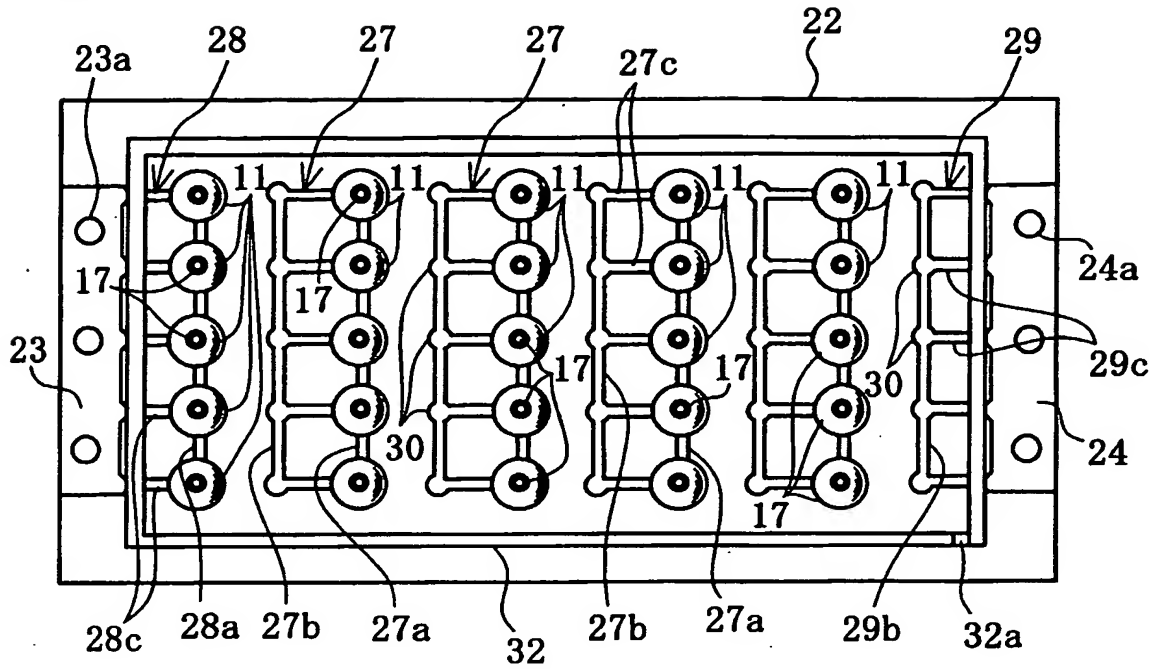


図5

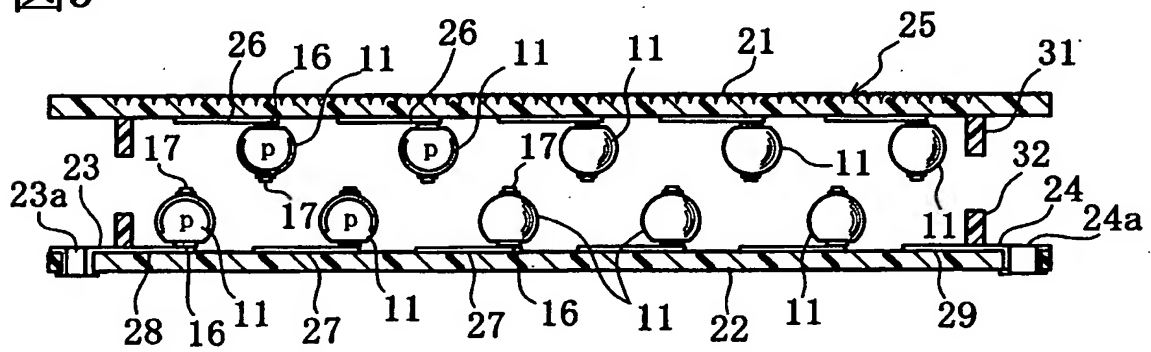


図6

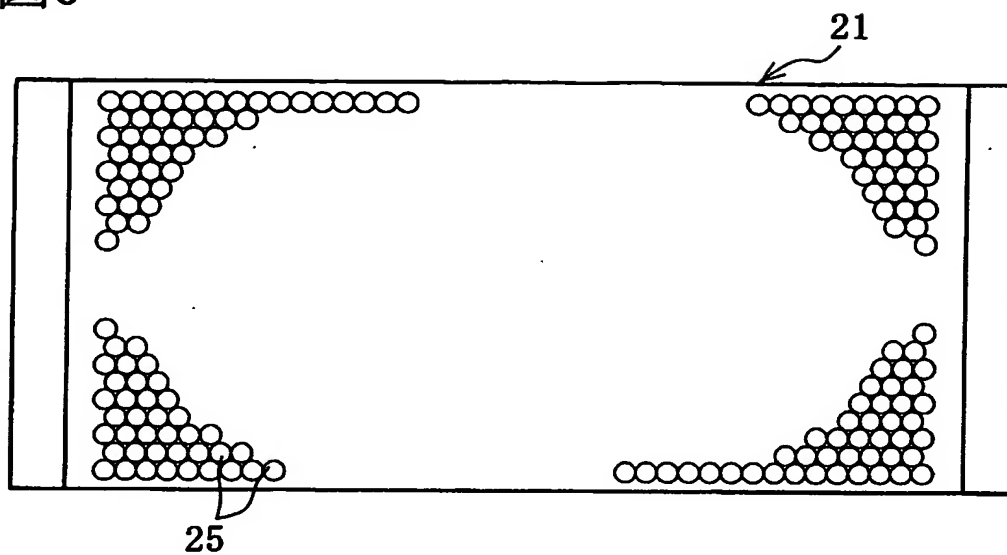


図7

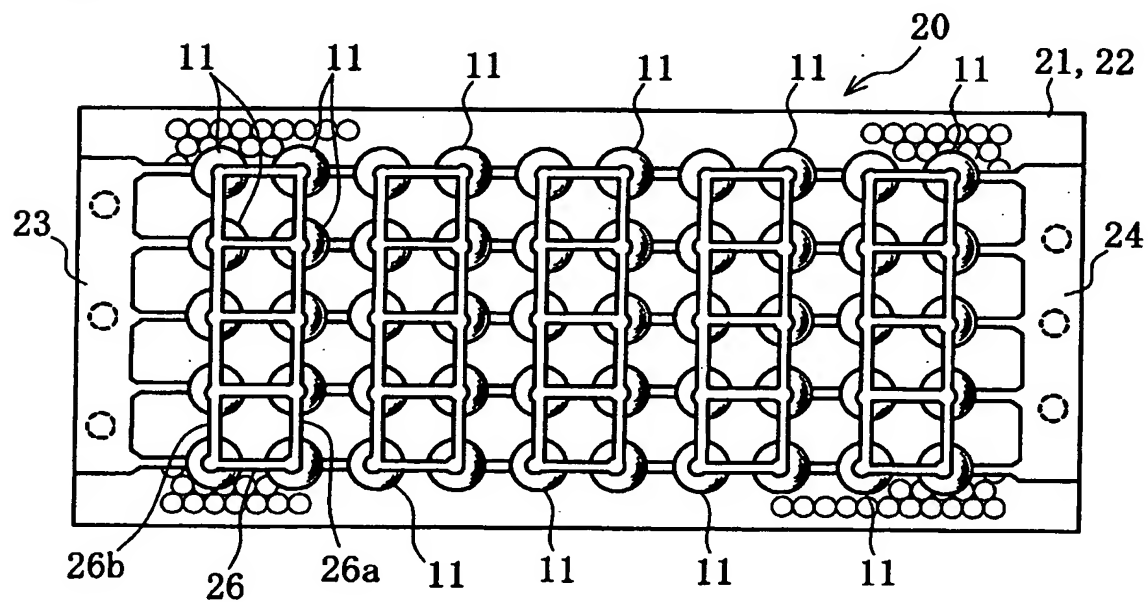


図8

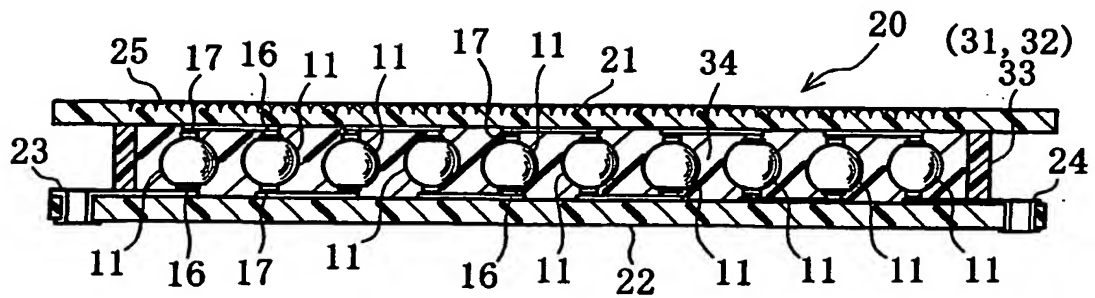


図9

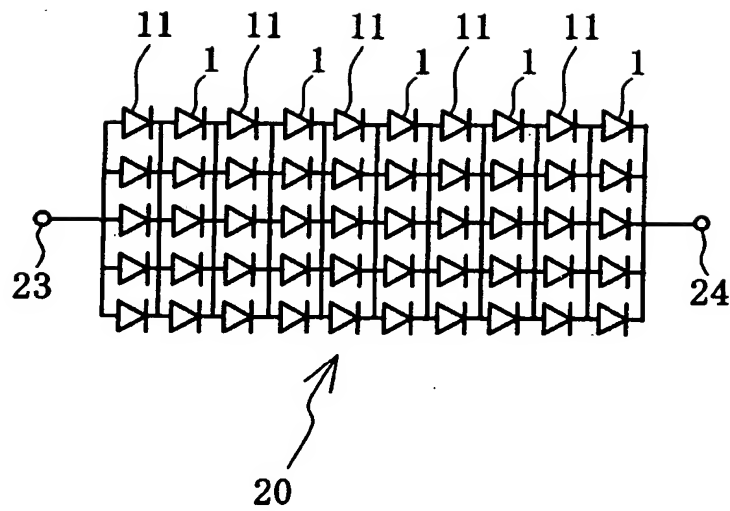


図10

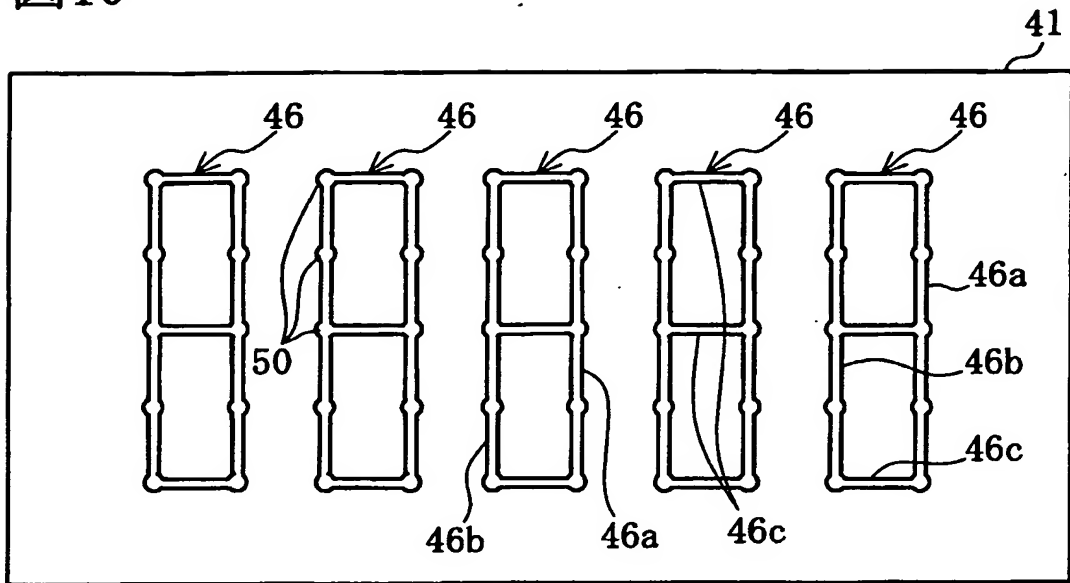


図11

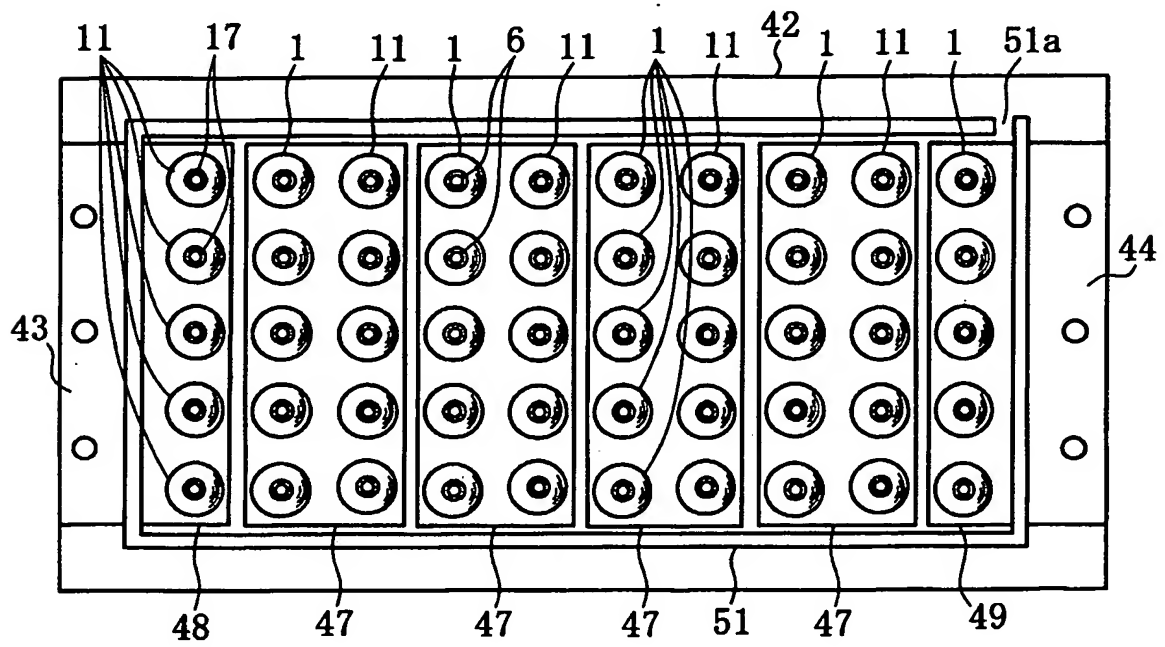


図12

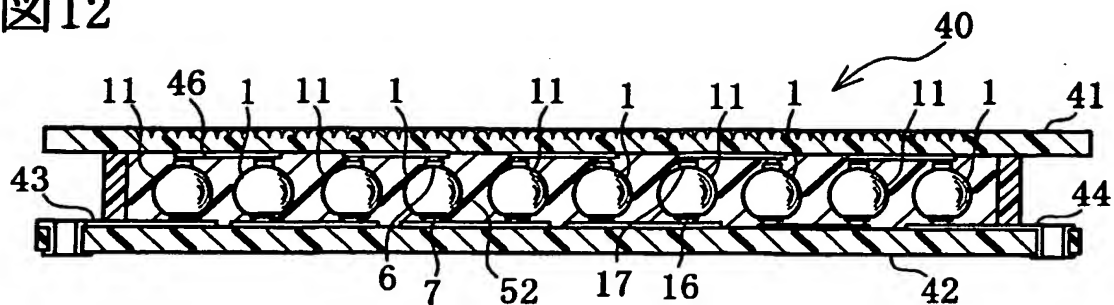


図13

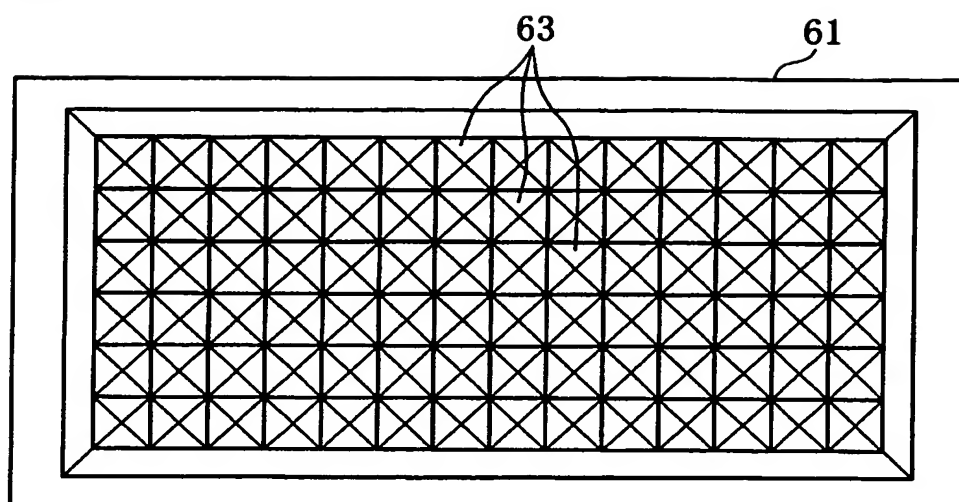


図14

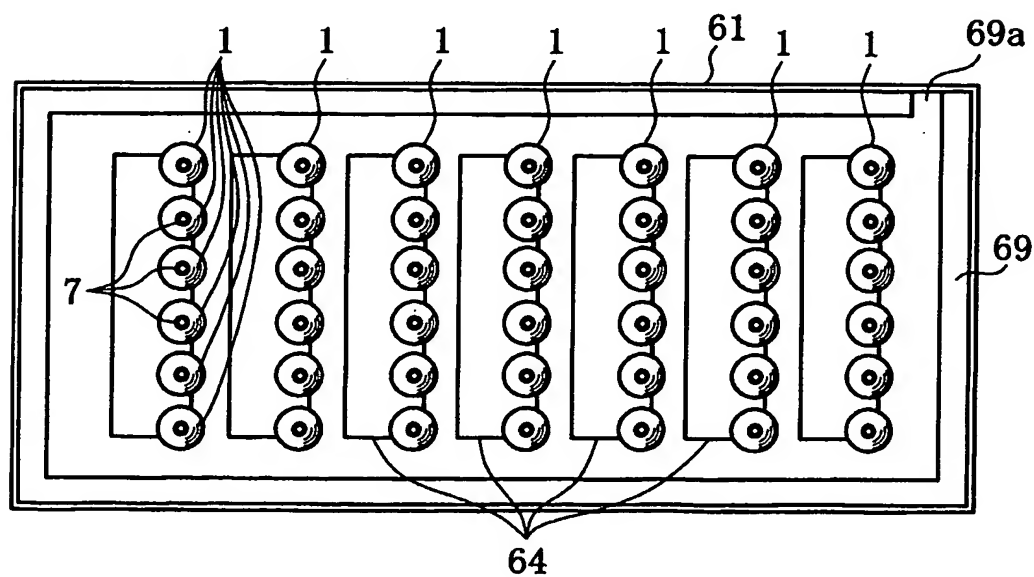


図15

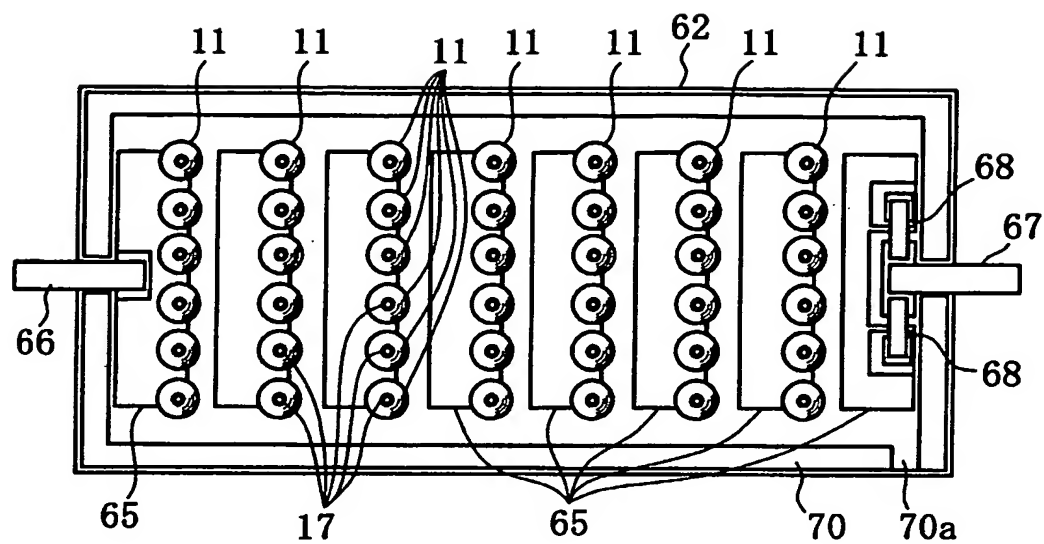


図16

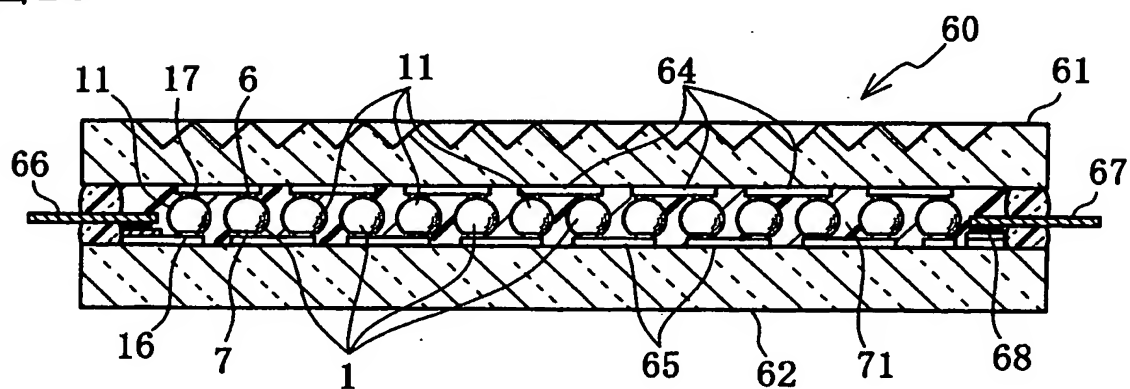


図17

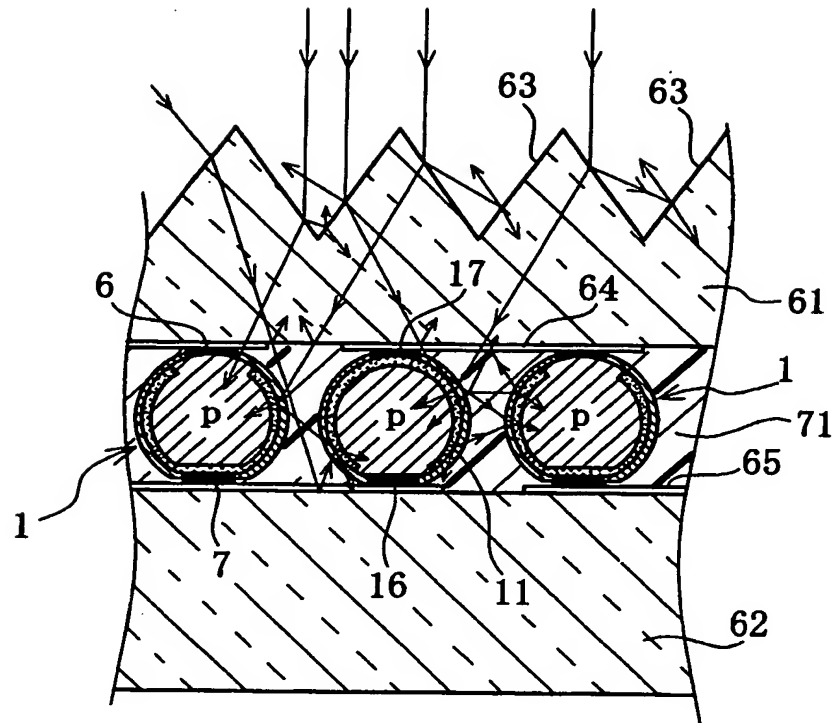


図18

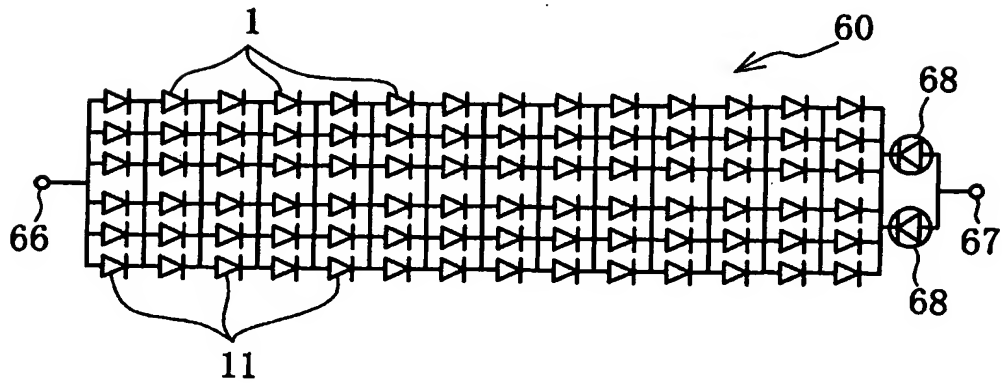


図19

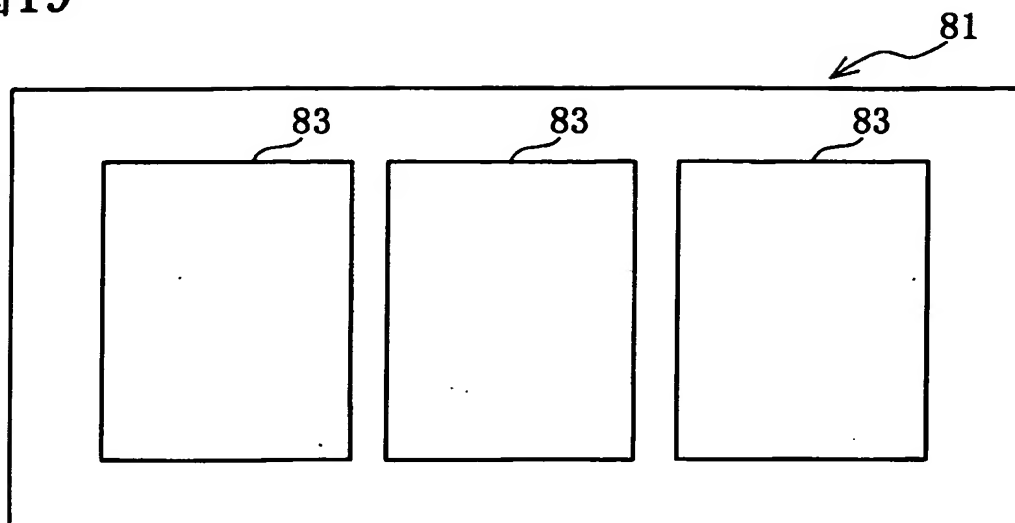


図20

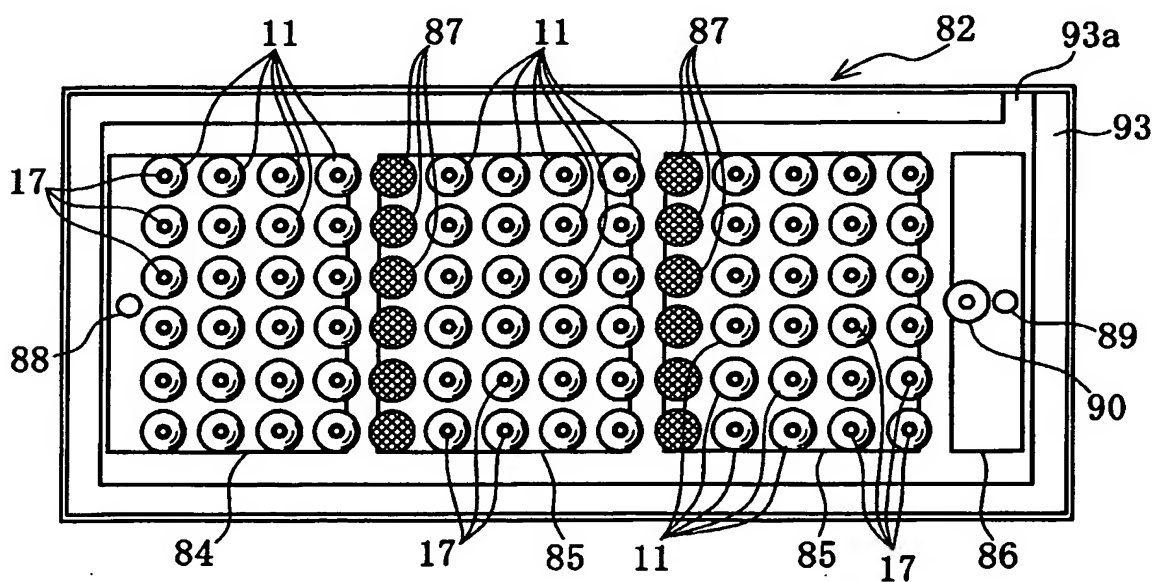


図21

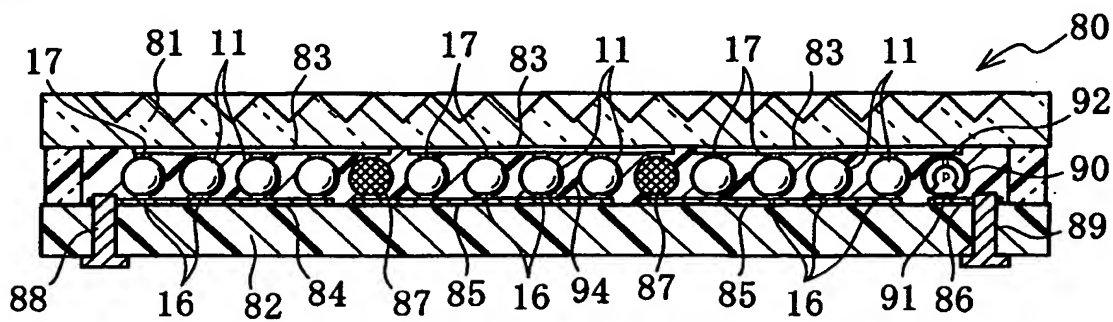


図22

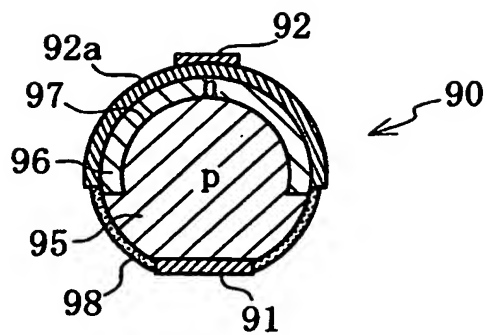


図23

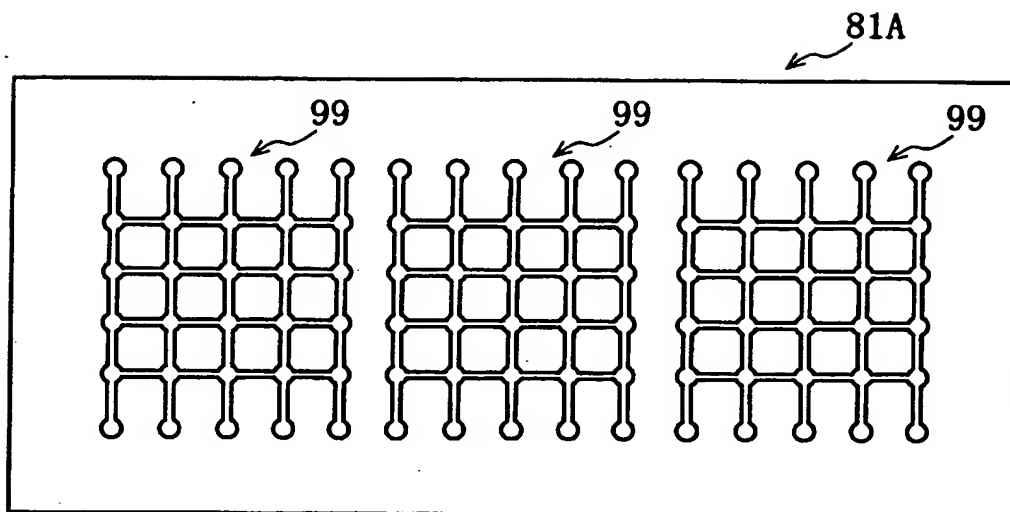


図24

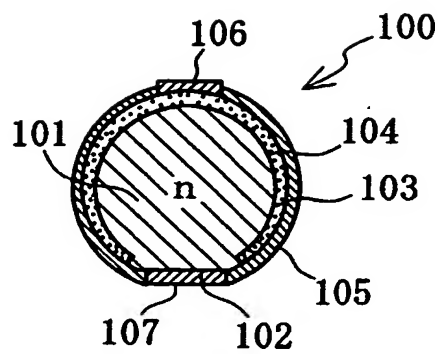


図25

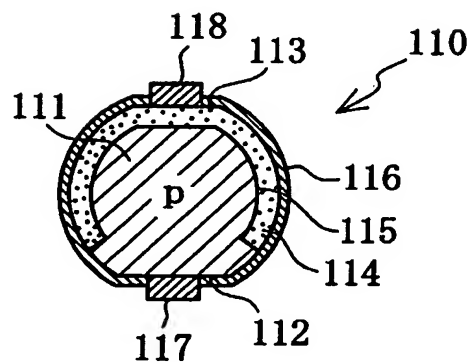
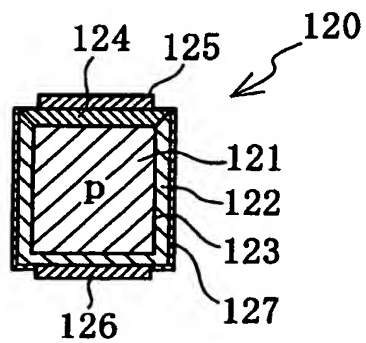


図26



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/09234

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ H01L31/042, H01L33/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H01L31, 33

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1940-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2001
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2001 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2001

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	WO 96/03775 A (Texas Instruments, Limited), 08 February, 1996 (08.02.96), & CA 2195098 A & US 5498576 A & EP 772890 A & JP 10-503058 A & KR 97705186 A & DE 69519930 E	1-19 20-22
Y A	US 5028546 A (Hotchkiss), 02 July, 1991 (02.07.91) (Family: none)	1-19 20-22
Y A	WO 98/15983 A (Josuke NAKATA), 16 April, 1998 (16.04.98), & AU 9672278 A & EP 866506 A & CN 1194727 A & JP 10-517366 A & KR 99063830 A & US 6204545 B & TW 418544 A	1-19 20-22
Y A	JP 2001-168369 A (Josuke NAKATA), 22 June, 2001 (22.06.01) (Family: none)	1-19 20-22
Y A	JP 9-162434 A (Hitachi, Ltd.), 20 June, 1997 (20.06.97) (Family: none)	1-19 20-22

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Date of the actual completion of the international search 09 November, 2001 (09.11.01)	Date of mailing of the international search report 20 November, 2001 (20.11.01)
-------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/09234

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2000-22184 A (Nippon Telegr. & Teleph. Corp. <NTT>), 21 January, 2000 (21.01.00) (Family: none)	1-22
A	JP 2001-156315 A (Mitsui High Tec Inc.), 08 June, 2001 (08.06.01) (Family: none)	1-22
A	JP 2001-102618 A (Sony Corporation), 13 April, 2001 (13.04.01) (Family: none)	1-22
A	JP 2001-267609 A (Mitsui High Tec Inc.), 28 September, 2001 (28.09.01) (Family: none)	1-22
A	US 5431127 A (Stevens), 11 July, 1995 (11.07.95) (Family: none)	1-22

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L31/042, H01L33/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L31, 33

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1940年-1996年

日本国公開実用新案公報 1971年-2001年

日本国登録実用新案公報 1994年-2001年

日本国実用新案登録公報 1996年-2001年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y A	WO 96/03775 A (Texas Instruments Limited) 8. 2月. 1996 (08. 02. 96) & CA 2195098 A & US 5498576 A & EP 772890 A & JP 10-503058 A & KR 97705186 A & DE 69519930 E	1-19 20-22
Y A	US 5028546 A (Hotchkiss) 2. 7月. 1991 (02. 07. 91) (ファミリーなし)	1-19 20-22

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

09. 11. 01

国際調査報告の発送日

20.11.01

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

浜田 聖司



2K

9207

電話番号 03-3581-1101 内線 3254

C (続き). 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y A	WO 98/15983 A (中田 仗祐) 16. 4月. 1998 (16. 04. 98) & AU 9672278 A & EP 866506 A & CN 1194727 A & JP 10-517366 A & KR 99063830 A & US 6204545 B & TW 418544 A	1-19 20-22
Y A	JP 2001-168369 A (中田 仗祐) 22. 6月. 2001 (22. 06. 01) (ファミリーなし)	1-19 20-22
Y A	JP 9-162434 A (株式会社日立製作所) 20. 6月. 1997 (20. 06. 97) (ファミリーなし)	1-19 20-22
A	JP 2000-22184 A (日本電信電話株式会社) 21. 1月. 2000 (21. 01. 00) (ファミリーなし)	1-22
A	JP 2001-156315 A (株式会社三井ハイテック) 8. 6月. 2001 (08. 06. 01) (ファミリーなし)	1-22
A	JP 2001-102618 A (ソニー株式会社) 13. 4月. 2001 (13. 04. 01) (ファミリーなし)	1-22
A	JP 2001-267609 A (株式会社三井ハイテック) 28. 9月. 2001 (28. 09. 01) (ファミリーなし)	1-22
A	US 5431127 A (Stevens) 11. 7月. 1995 (11. 07. 95) (ファミリーなし)	1-22